

С. Н. Л а р и н, Е. В. Ж и л я к о в а (Москва, ЦЭМИ РАН, РГНФ).
Модели представления знаний в интеллектуальных системах.

Для формализации и представления знаний в памяти интеллектуальной системы (ИС) разрабатываются специальные модели представления знаний. Развитие информационных структур для представления данных происходило параллельно с развитием структуры ЭВМ. Появились способы описания данных в виде векторов и матриц, возникли списочные структуры, иерархические структуры. В настоящее время в языках программирования высокого уровня используются абстрактные типы данных, структура которых задается программистом. Появление баз данных (БД) знаменовало собой еще один шаг на пути организации работы с декларативной информацией, а специальные средства, образующие систему управления базами данных (СУБД), позволяют эффективно манипулировать с данными, при необходимости извлекать их из базы данных и записывать их в нужном порядке в базу. Рассмотрим основные модели представления знаний в ИС.

В основе логических моделей лежит формальная система взаимодействия ряда множеств, задаваемая выражением вида $M = \langle T, P, A, B \rangle$. Множеством T представлены базовые элементы различной природы, например, слова из некоторого ограниченного словаря и т. п. При этом для множества T существует некоторый способ определения принадлежности или непринадлежности произвольного элемента к этому множеству. Процедура проверки принадлежности $\Pi(T)$ должна за конечное число шагов дать положительный или отрицательный ответ на вопрос, является ли элемент x частью множества T .

Множество P определяет набор правил, при помощи которых из элементов множества T образуются синтаксически правильные совокупности. Например, из слов ограниченного словаря строятся синтаксически правильные фразы. Декларируется существование процедуры $\Pi(P)$, с помощью которой за конечное число шагов можно получить ответ на вопрос, является ли совокупность X синтаксически правильной.

В множестве синтаксически правильных совокупностей выделяется некоторое подмножество A , элементы которого называются *аксиомами*. Для этого множества существует своя процедура $\Pi(A)$, с помощью которой для любой синтаксически правильной совокупности можно получить ответ на вопрос о принадлежности ее к множеству A .

Множество B определяет набор правил вывода. Применяя эти правила к элементам подмножества A , можно получать новые синтаксически правильные совокупности, к которым снова можно применять правила из B . Так формируется множество выводимых в данной формальной системе совокупностей. Если имеется процедура $\Pi(B)$, при помощи которой можно определить для любой синтаксически правильной совокупности, является ли она выводимой, то соответствующая формальная система называется *разрешимой*. Это показывает, что именно правило вывода является наиболее сложной составляющей формальной системы.

Для знаний, входящих в базу знаний, можно считать, что множество A образуют все информационные единицы, которые введены в базу знаний извне, а при помощи правил вывода из них выводятся новые производные знания. Другими словами, формальная система представляет собой генератор порождения новых знаний, образующих множество выводимых в данной системе знаний. Это свойство логических моделей позволяет хранить в базе лишь те знания, которые образуют множество A , а все остальные знания получать из них по правилам вывода.

В основу сетевых моделей положена конструкция семантической сети. Сетевые модели формально можно задать в виде $H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, G \rangle$. Здесь I — множество информационных единиц; C_1, C_2, \dots, C_n — множество типов связей между информационными единицами; G задает отображение между информационными единицами, входящими в I (посредством связей из заданного набора их типов). В

зависимости от используемых в сетевых моделях типов связей различают классифицирующие сети, функциональные сети и сценарии. В классифицирующих сетях используются отношения структуризации. Такие сети позволяют в базах знаний вводить разные иерархические отношения между информационными единицами. Функциональные сети характеризуются наличием функциональных отношений. Их часто называют *вычислительными моделями*, т. к. они позволяют описывать процедуры вычисления одних информационных единиц через другие. В сценариях используются каузальные отношения, а также отношения типов «средство–результат», «орудие–действие» и т. п. Если в сетевой модели допускаются связи различного типа, то ее обычно называют *семантической сетью*.

В продукционных моделях используются некоторые элементы логических и сетевых моделей. Из логических моделей заимствована идея правил вывода, которые здесь называются *продукциями*, а из сетевых моделей — описание знаний в виде семантической сети. В результате применения правил вывода к фрагментам сетевого описания происходит трансформация семантической сети за счет смены ее фрагментов, наращивания сети и исключения из нее ненужных фрагментов. В продукционных моделях процедурная информация явно выделена и описывается иными средствами, чем декларативная информация. Вместо логического вывода, характерного для логических моделей, в продукционных моделях появляется вывод на знаниях.

Основным отличием фреймовых моделей является жесткая фиксация структуры информационных единиц, которая называется *протофреймом*. В общем виде она выглядит следующим образом:

(Имя фрейма:

Имя слота 1 (значение слота 1)

Имя слота 2 (значение слота 2)

.....

Имя слота K (значение слота K)).

Значением слота могут быть числа или математические соотношения, тексты на естественном языке или программы, правила вывода или ссылки на другие слоты данного фрейма или других фреймов. При конкретизации фрейма ему и слотам присваиваются конкретные имена и происходит заполнение слотов. Таким образом, из протофреймов получаются фреймы–экземпляры. Переход от исходного протофрейма к фрейму–экземпляру может быть многошаговым за счет постепенного уточнения значений слотов. Связи между фреймами задаются значениями специального слота с именем «Связь». Таким образом, во фреймовых моделях в представлении знаний практически объединены все основные особенности моделей остальных типов.

Имеющееся многообразие моделей представления знаний в интеллектуальных системах позволяет структурировать самую разную, в том числе и слабо формализованную информацию, что открывает новые возможности для разработки систем управления базами данных в различных областях знаний.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 09–06–00218а.